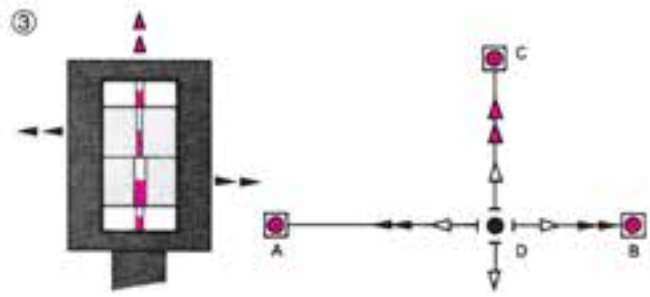


### شناخت وسایل ساده نقشه برداری و کاربرد آنها

هدف های رفتاری : در پایان این فصل از فراگیر انتظار می رود که :

- ۱- نوار اندازه گیری را توضیح دهد.
- ۲- ژالن را توضیح دهد.
- ۳- شاقول را توضیح دهد.
- ۴- تراز دستی و تراز مخصوص ژالن را توضیح دهد.
- ۵- گونیای شکافدار، آینه ای و منشوری را توضیح دهد.
- ۶- با وسایل ساده نقشه برداری عملیات انجام دهد.
- ۷- یک امتداد را ژالن گذاری کند.
- ۸- محل تقاطع دو امتداد را با کمک ژالن مشخص کند.
- ۹- طول یک امتداد را به روش های مختلف اندازه گیری کند.
- ۱۰- با استفاده از ژالن و گونیا از یک امتداد، عمود اخراج کند.
- ۱۱- با استفاده از ژالن و گونیا بر یک امتداد عمود فرود آورد.
- ۱۲- با استفاده از ژالن و گونیا خطوط موازی ایجاد کند.
- ۱۳- مقدار یک زاویه را توسط متر محاسبه کند.
- ۱۴- یک زاویه را با کمک متر در روی زمین پیاده کند.
- ۱۵- بر یک امتداد با استفاده از متر عمود وارد کند.
- ۱۶- بین دو نقطه با مانع عبور فاصله را تعیین کند.
- ۱۷- بین دو نقطه با مانع عبور و دید فاصله را تعیین کند.



از چه وسایلی در عملیات نقشه برداری استفاده می‌شود؟ آیا می‌توان اندازه‌ی یک زاویه در طبیعت را محاسبه کرد؟ با وجود موانع بسیاری که در طبیعت وجود دارد، با استفاده از چه روش‌هایی می‌توانیم مسافت بین دو نقطه را به دست آوریم؟

بدیهی است که برای انجام هر پروژه‌ای از ابزار و وسایل بخصوصی استفاده می‌شود. لذا در نقشه برداری نیز وسایلی را برای اجرای پروژه‌های نقشه برداری به کار می‌برند که هر یک نقش مهمی را در این گونه عملیات بر عهده دارند. به عنوان مثال می‌توان انواع متر، شاقول، ژالون، شیب‌سنج دستی، تراز، گونیا، دوربین نقشه برداری و... را نام برد. همراه با وسایلی که ذکر شد برای مشخص کردن نقاط از میخ‌های چوبی و یا میخ‌های آهنی که در زمین‌های سخت کاربرد دارند و یا کندن علامت و رنگ آمیزی در روی تخته‌سنگ‌ها و غیره استفاده می‌کنند. برای کارهای اساسی که باید یک‌سری نقاط دائمی در روی زمین مشخص شوند، از نشانه‌های قبلی که به صورت هرم ناقص و معمولاً به ابعاد  $۶۰ \times ۲۰ \times ۲۰$  سانتیمتر هستند و در میان آن‌ها میله‌های فلزی کار گذاشته‌اند، استفاده می‌شود.

## نوار اندازه‌گیری فلزی

از نوارهای فلزی در اندازه‌گیری طول‌های معمولی و برای اندازه‌گیری دقیق‌تر از مترانوار استفاده می‌شود. متر یا نوار از فولاد، پارچه و پلاستیک تهیه می‌شود. البته مترهای فلزی به خاطر استحکام و دقتشان در نقشه برداری بیشتر از انواع دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. مترها را به طول‌های مختلف  $۱۰-۲۰-۲۵-۳۰-۵۰$  متر، به عرض  $۲۰-۱۰$  میلی‌متر و ضخامت  $۴/۰-۳/۰$  میلی‌متر تحت شرایط معین (درجه حرارت و کشش معلوم) می‌سازند. در ابتدای هر متر یک حلقه و در انتهای آن یک دسته وجود دارد که معمولاً آن‌را با یک دستگیره در یک محفظه (جلد) فلزی یا چرمی می‌پیچند. ضمناً باید توجه کرد که محلّ صفر نوارهای فولادی باهم متفاوت است.

**مترانوار** — انوار آلیاژیست از فولاد و نیکل و اهمیت آن در این است که ضریب انبساط طولی آن سی مرتبه از فولاد کم‌تر است. بنابراین با استفاده از آن در حالتی که دقت بسیار لازم است و کار باید خوب اجرا شود، دقت کار با این وسیله زیاد است ولی متر کشی با این وسیله نسبتاً سخت است. از این متر در کارهای دقیق ژئودزی استفاده می‌شود. در کار با مترهای فلزی باید دقت کرد:

— نوار فلزی بیچ نخورد و تا نشود.

— بعد از هر اندازه‌گیری باید بلافاصله کاملاً تمیز شود.

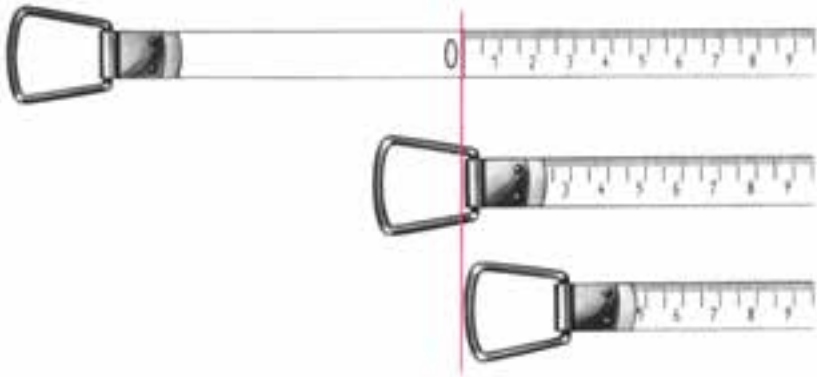


شکل ۲-۱

— درجه‌بندی نوار اندازه‌گیری از نظر دقت: تقسیمات روی نوار اندازه‌گیری از نظر دقت نیز دارای اهمیت است. برای کارهای دقیق معمولاً از نواری استفاده می‌شود که کوچک‌ترین تقسیمات روی آن یک میلی‌متر است. در حالی که برای کارهای معمولی و کم‌دقت می‌توانیم از نوارهایی استفاده کنیم که فقط هر نیم‌سانتی‌متر یا یک سانتی‌متر را مشخص کرده‌اند. البته این انتخاب برای ایجاد سهولت در کار است؛ وگرنه نوارهای اندازه‌گیری دقیق را نیز می‌توان برای کارهای کم‌دقت به کار برد.

— درجه‌بندی نوارهای اندازه‌گیری از نظر نقطه‌ی شروع: نقطه‌ی صفر در نوارهای اندازه‌گیری مختلف ممکن است متفاوت باشد. با توجه به شکل ۲-۲ مشخص است که در بعضی

از انواع نوارهای اندازه‌گیری نقطه‌ی شروع (نقطه‌ی صفر) در ابتدای قلاب نوار اندازه‌گیری قرار داده شده است؛ در صورتی که در بعضی از آن‌ها در انتهای قلاب و در برخی دیگر در یک فاصله‌ی معین از قلاب گرفتن نوار. عدم توجه به این نکته ممکن است اشتباهات بسیاری را هنگام کار با این نوارها، به وجود بیاورد.



شکل ۲-۲- انواع شروع درجه‌بندی در نوارهای اندازه‌گیری

**— طریقه‌ی صحیح بازویسته کردن نوار اندازه‌گیری :** به هنگام باز کردن نوار اندازه‌گیری، دستگیره‌ی آن را آزاد کنید و نوار را به گونه‌ای در دست بگیرید که دستگیره به هنگام چرخیدن به دست شما برخورد نکند. در هنگام بستن نوار اندازه‌گیری پارچه‌ای را در سه راه نوار به داخل، دور آن بپیچید و نگاه دارید تا ابتدا تمیز و خشک شده سپس جمع‌آوری گردد. هم‌چنین هرگاه می‌خواهید یک نوار اندازه‌گیری بلند را جمع‌آوری کنید بهتر است ضمن پیچاندن دستگیره خودتان نیز به سمت نوار قدم بردارید و پیش بروید. این کار چند فایده در بردارد؛ نخست، هرگاه نوار اندازه‌گیری در جایی گیر کرده باشد به راحتی آن را برطرف کرده از خرابی نوار پیش‌گیری خواهید کرد. دوم، در صورتی که در مسیر نوار اندازه‌گیری در یک محل گل و لای یا آب و نظایر آن باشد از آلوده شدن کل نوار اندازه‌گیری جلوگیری خواهید کرد. زیرا اگر در جای خود بایستید و نوار را به سمت خود بکشید تمامی نوار اندازه‌گیری از داخل آلودگی عبور کرده که در این صورت باید کل آن را تمیز نمایید. اما اگر شما به قسمت دیگر پیش بروید فقط بخش کوچکی از نوار کثیف خواهد شد. سوم، اگر در جای خود بایستید و تمامی نوار را با دستگیره به سمت خود بکشید به قرقره، دستگیره و فنر متصل به آن‌ها فشار بسیاری وارد می‌آید و در نتیجه، سبب خرابی زودرس نوار اندازه‌گیری می‌شود.

برای کشیدن نوار اندازه‌گیری بهتر است با دست قسمت نوار را بگیرید و بکشید. از کشیدن نوار به وسیله‌ی قاب خودداری نمایید و بیش از حد نیز به نوار کشش وارد نکنید.

## کار عملی

عنوان : به کارگیری انواع نوار اندازه‌گیری با توجه به ویژگی‌های آن‌ها.

وسایل موردنیاز : انواع نوار اندازه‌گیری

دانش و مهارت موردنیاز : شناخت ویژگی‌های نوار اندازه‌گیری سالم و شناخت انواع

نوارهای اندازه‌گیری از نظر جنس نوار، طول نوار و درجه‌بندی‌های روی آن، نقش این عوامل در به‌کارگیری و نوع اندازه‌گیری‌ها، روش صحیح، باز و بسته کردن، کشیدن، قرائت کردن، نوشتن اندازه‌ها از روی نوار اندازه‌گیری.

## اندازه‌گیری طول یک امتداد

تعیین فاصله مب‌ح‌ثی است که در بیشتر امور و برداشت‌های نقشه‌برداری کاربرد دارد. از این رو دارای اهمیت زیادی است. به‌طورکلی روش‌های اندازه‌گیری فاصله به سه دسته تقسیم می‌شوند :

– طریقه مستقیم

– طریقه غیرمستقیم

– طریقه محاسبه‌ای و ترسیمی

در روش‌های مستقیم فاصله مورد نظر مستقیماً با واحد طول مقایسه می‌شود، در صورتی که در روش‌های غیرمستقیم تعیین فاصله با اندازه‌گیری کمیت دیگری صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر منظور از روش مستقیم اندازه‌گیری طول آن است که شخص برای تعیین طول هر امتداد مجبور است آن امتداد را در طبیعت طی کند و منظور از روش غیرمستقیم آن است که طول امتداد مورد نظر را بدون طی کردن آن امتداد به‌دست آورد.

در روش غیرمستقیم فقط مباحث مربوط به اندازه‌گیری فاصله با تراز یاب و تئودولیت، مورد بررسی قرار می‌گیرند. از دیگر روش‌های غیرمستقیم روش الکترونیکی را می‌توان نام برد که در این روش فاصله را با کمک دستگاه‌های مخصوص از قبیل دیستومات<sup>۱</sup> یا طول‌یاب به‌دست می‌آورند. در این طریقه با استفاده از ارسال امواج رادیویی با سرعت معین و اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت فاصله‌ی بین دو نقطه، معلوم می‌شود.

در روش محاسبه‌ای و ترسیمی با معلوم‌بودن مختصات نقاط و یا اندازه‌گیری فاصله‌ی دو نقطه روی نقشه، با توجه به مقیاس نقشه فاصله‌ی افقی دو نقطه معلوم می‌شود.

در این فصل به بیان طریقه‌ی مستقیم اندازه‌گیری فاصله می‌پردازیم و طرق دیگر را در فصول

بعد عنوان خواهیم کرد.

---

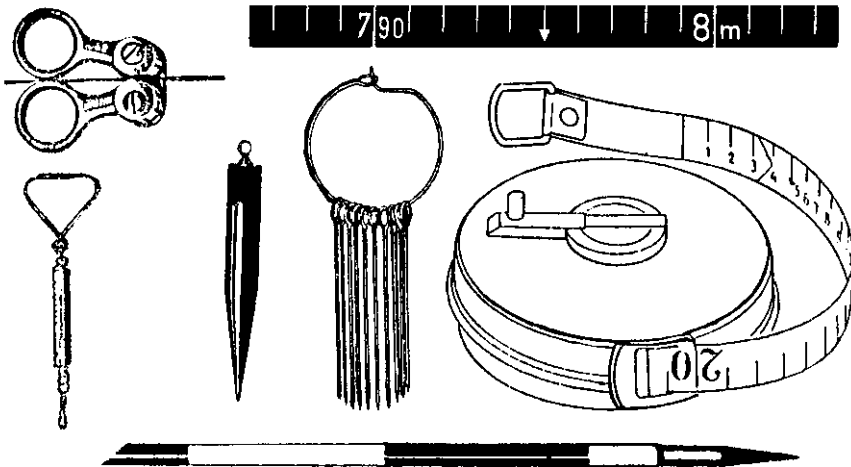
۱- دیستومات : در این نوع دستگاه‌ها از امواج نوری برای اندازه‌گیری طول استفاده می‌شود. با استفاده از این دستگاه‌های دقت

اندازه‌گیری‌ها هم به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است.

## اندازه‌گیری طول به روش مستقیم

مترکشی :

- اصول مترکشی – مهمترین وسیله‌های لازم برای یک اکیپ مترکشی به شرح زیر است :
- متر فلزی به طول مناسب برای کار – حداقل دو یا سه عدد ژالن
- دو عدد شاقول – یک مجموعه از میخ‌های مترکشی (۱۱ عدد)
- دفترچه یادداشت – قلاب مخصوص گرفتن متر
- دماسنج و نیروسنج (در مترکشی دقیق)



شکل ۳-۲- وسایل مترکشی

ژالن – ژالن در تعیین امتداد یک خط مستقیم بین دو نقطه و مشخص کردن نقاط برای یک مدت کوتاه که از فاصله دور قابل دیدن باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این وسیله میله کاملاً راستی از جنس چوب یا فلز سبک است که ۲ متر ارتفاع و ۳ سانتیمتر ضخامت داشته و مقطع آن دایره‌ای است برای رؤیت بهتر آن در تمام طول متناوباً به رنگ‌های سفید و قرمز رنگ شده است: در قسمت بالای ژالن شکافی برای نصب صفحه‌ی کاغذ تعبیه شده است و قسمت پایین آن برای فرورودن در زمین نوک تیز و فلزی است (شکل ۵-۲). در زمین‌های سخت (آسفالت خیابان) از سه پایه ژالن گیر (شکل ۶-۲) استفاده می‌شود. ژالن باید به‌طور قائم در زمین قرار گیرد. برای نصب صحیح آن می‌توان از شاقول و یا تراز مخصوص ژالن استفاده کرد. برای کنترل قائم بودن ژالن به وسیله‌ی شاقول باید در دو جهت عمود برهم شاقول را در فاصله ۲ سانتیمتری ژالن آویزان کرد و امتداد نخ آن را با ژالن مقایسه کرد.



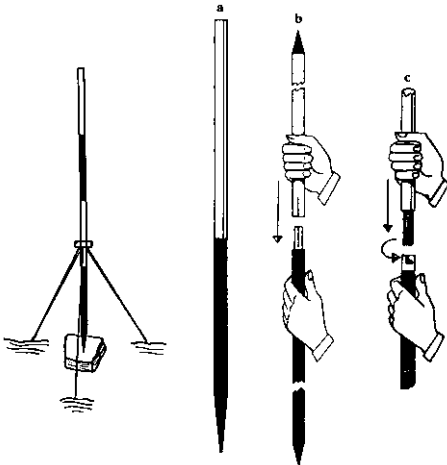
شکل ۲-۵



شکل ۲-۴



شکل ۲-۶ الف



شکل ۲-۷ اتصال زالن ها

a - زالن یکپارچه

b - اتصال دو قطعه زالن به طریق ساده

c - اتصال دو قطعه زالن به طریق دورانی



شکل ۲-۶ ب



## طریقه‌ی صحیح نگه‌داری ژالن و استقرار آن به وسیله‌ی تراز ژالن

۱- ژالن را دور از خود نگاه ندارید. (دست خود را کاملاً باز نکنید.) زیرا در این صورت کنترل تراز بودن آن دشوار خواهد بود.

۲- ژالن را به خود نچسبانید، زیرا مشاهده‌ی آن برای عامل دیگر مشکل خواهد بود.

۳- در پشت ژالن قرار نگیرید، یعنی در امتداد بین ژالن‌ها نایستید زیرا مانع دید عامل دیگر خواهید بود. بهتر است در جهت عمود بر امتداد بین ژالن‌ها قرار بگیرید.

۴- تراز ژالن را در ارتفاع مناسب با قد خود به گونه‌ای قرار دهید که به راحتی آن را ببینید و انگشتان خود را روی ژالن محکم نمایید؛ به نحوی که تراز ژالن و ژالن در کف دست شما باشد.

۵- پس از استقرار ژالن برای هدایت آن به نقطه‌ی موردنظر - در حالی که عامل امتدادگذاری به شما علامت می‌دهد که ژالن را مقداری جابه‌جا نمایید - بهتر است ژالن را به حالت قائم حرکت دهید؛ به گونه‌ای که نوک ژالن نیز بر زمین مماس باشد. در این حالت، به طور متناوب هم به تراز ژالن و هم به عامل علامت‌دهنده، نگاه کنید تا کار استقرار و امتدادگذاری، هم‌زمان انجام شود.

۶- در صورتی که از سه پایه برای استقرار ژالن بر روی یک نقطه استفاده می‌کنید، سعی کنید که پایه‌های سه پایه را کاملاً باز نموده بر روی زمین، پایه‌ها را خوب بفشارید تا اگر زمین نرم است در آن فرو برود و اگر آسفالت یا سطح سفت دیگری است، در زیر پایه‌ها سنگ‌ریزه یا چیز دیگری قرار دهید تا سبب حرکت پایه‌ها نشود، سپس گیره‌ی سه پایه و پیچ‌های آن را خوب سفت کنید تا به راحتی حرکت نکند و نقطه‌ی استقرار ژالن یا حالت قائم بودن آن به هم نخورد.

**- پیاده‌کردن یک امتداد مستقیم -** در برخی از کارهای نقشه‌برداری لازم است که یک امتداد مشخص شود. به‌عنوان مثال: وقتی که بخواهیم یک طول  $100$  متری را با یک نوار  $20$  متری اندازه‌گیری کنیم، برای این که هنگام اندازه‌گیری از امتداد موردنظر منحرف نشویم، باید بین نقطه ابتدای مسیر و انتهای آن نقاط دیگری را به فواصل تقریبی  $20$  متر علامت‌گذاری کنیم، برای این منظور در ابتدا و انتها و نقاط علامتگذاری شده نیز ژالن‌هایی قرار می‌دهیم و امتداد را مشخص می‌کنیم. نحوه‌ی ژالن‌گذاری به این ترتیب است که یک نفر در حدود  $2$  متری عقب ژالن ابتدای امتداد مورد نظر ایستاده و با چشم مماس بر این ژالن به ژالن انتهای مسیر قراولروی کرده و به فردی که ژالن را روی یکی از نقاط میانی در دست دارد، فرمان می‌دهد تا ژالن سوم با دو ژالن ابتدا و انتها در یک امتداد قرار گیرد و به‌همین ترتیب چند نقطه‌ی دیگر را نیز با توجه به  $20$  متری مشخص می‌کنیم.

وقتی فاصله بین افرادی که عمل ژالن‌گذاری را انجام می‌دهند به قدری زیاد باشد که صدا به خوبی نرسد، در این حالت نقشه‌بردار با علامت‌دادن توسط دست‌ها، می‌تواند منظور خود را به‌نگهدارنده‌ی ژالن برساند.



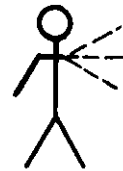
شکل ۲-۸



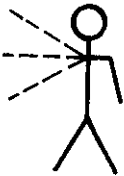
ژالن را قائم نگهدار



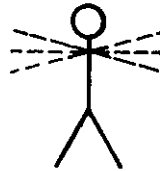
نوک ژالن را تکان بده



ژالن را به طرف چپ ببر



ژالن را به طرف راست ببر



خوبه



ژالن را از روی نقطه بردار

شکل ۲-۹

## کار عملی

عنوان : امتدادگذاری ساده بین دو نقطه

وسایل موردنیاز : ژالن، تراز ژالن، تراز نشی، سه پایه ی ژالن، میخ چوبی (پیکه)، میخ فولادی، پتک، چکش، ریسمان کار، پودر گچ، رنگ و قلم مو.

دانش و مهارت موردنیاز : اطلاع از روش امتدادگذاری، آگاهی از علایم ارتباطی دانستن روش استقرار ژالن، چگونگی به کارگیری سه پایه ی ژالن و نحوه ی مشاهده و هدایت ژالن ها برای امتدادگذاری و چگونگی تعیین و تثبیت امتداد با میخ یا گچ و علامت گذاری با رنگ.

### روش کار

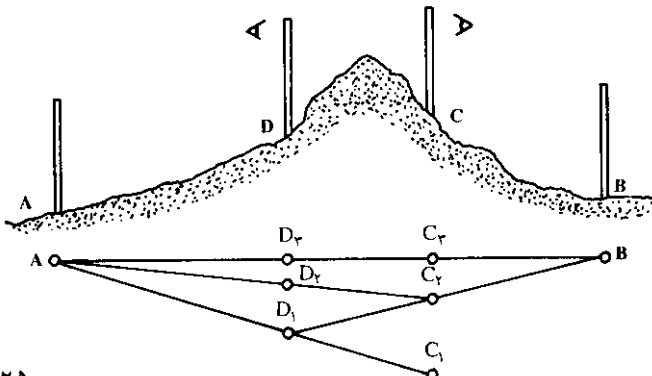
۱- در یک فاصله ی تقریبی  $10^{\circ}$  متری در یک منطقه ی هموار دو نقطه که نسبت به هم دارای دید باشند دو نقطه میخ کوبی نمایید، سپس سعی کنید با استفاده از ریسمان کار و پودر گچ، امتداد بین این دو نقطه را بر روی زمین پیاده نمایید.

۲- با پودر گچ یا در صورت امکان با رنگ و قلم مو، نام خود و نام نقاط را در کنار آن ها بنویسید و در کروکی ای که ترسیم می کنید جای آن ها را مشخص نمایید.

۳- بار دیگر بین همان دو نقطه با استفاده از ژالن امتدادگذاری نمایید و استفاده از میخ یا پیکه، امتداد موردنظر را بر روی زمین پیاده نمایید. فواصل بین نقاط را حدود  $20^{\circ}$  متر بگذارید؛ یعنی در حدود هر  $20^{\circ}$  متر یک نقطه را بین دو امتداد تعیین کنید و با رنگ یا گچ، آن نقاط را نیز نام گذاری کرده در کروکی نیز وارد نمایید.

۴- اکنون که دوبار فاصله ی موردنظر را امتدادگذاری کرده اید اختلاف بین دو امتداد را اندازه بگیرید و در گزارش خود بنویسید که بیشترین اختلاف در کجا اتفاق افتاده است و در کروکی این اختلاف را نشان دهید.

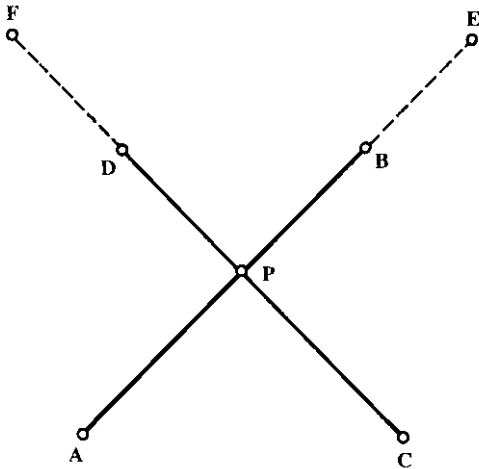
— پیاده کردن یک امتداد مستقیم با وجود مانع دید : دو ژالن قائم روی نقاط A و B نصب می شود. دو نفر نیز با ژالن های C و D به طوری که از ژالن نقطه D نقطه B و از ژالن نقطه C نقطه A دیده شود در بین A و B قرار می گیرند. اولی از پشت ژالن C به A نگاه می کند و به دو می



شکل ۱۰-۲

علامت می‌دهد تا ژالن D را در امتداد A-C قرار دهد. در این حالت نفر دوم از پشت ژالن D به ژالن B دید رفته و با علامت‌دادن به اولی ژالن C را در امتداد DB قرار می‌دهد و پس از دو سه بار تکرار این عمل تمام ژالن‌ها در یک امتداد قرار می‌گیرند.

— تعیین محل تقاطع دو امتداد: برای پیدا کردن محل تقاطع دو خط AB و CD که حتی‌الامکان به طور عمودی نسبت به یکدیگر قرار دارند، به طریق زیر عمل می‌کنند:



دو نفر یکی از نقطه A به طرف B و دیگری از نقطه C به طرف D نشانه‌روی می‌کنند و نفر سوم را در نقطه P متناوباً در امتداد قرار می‌دهند تا در امتداد AB و CD (محل تقاطع) قرار گیرد.

یک نفر نیز به تنهایی می‌تواند نقطه تقاطع را پیدا کند. اگرچه قدری مشکل است. در این حالت ابتدا نقاط کمکی E و F را به ترتیب در امتداد AB و CD تعیین می‌کند و سپس با قرار گرفتن در نقطه P خود را در امتداد EB و FD قرار می‌دهند.

شکل ۲-۱۱

— شاقول ریسمانی: از این وسیله برای قائم قراردادن ژالن در زمین و همچنین برای تعیین دقیق نقطه‌ی ایستگاه در کار با دوربین و سایر وسایلی که سه پایه لازم دارند استفاده می‌شود. شاقول عبارت است از یک قطعه فلز مخروطی شکل که به نخ آویزان شده است. شاقول در اثر وزن خود در جهت قائم (عمود بر افق محل) می‌ایستد، موقع کار با شاقول باید دقت کرد زیرا:

- الف - در اثر باد منحرف می‌شود.
- ب - لازم به نگاه کردن در دو جهت عمود برهم است.



شکل ۲-۱۲

## نحوه‌ی عمل

### الف - اندازه‌گیری فاصله در زمین‌های مسطح

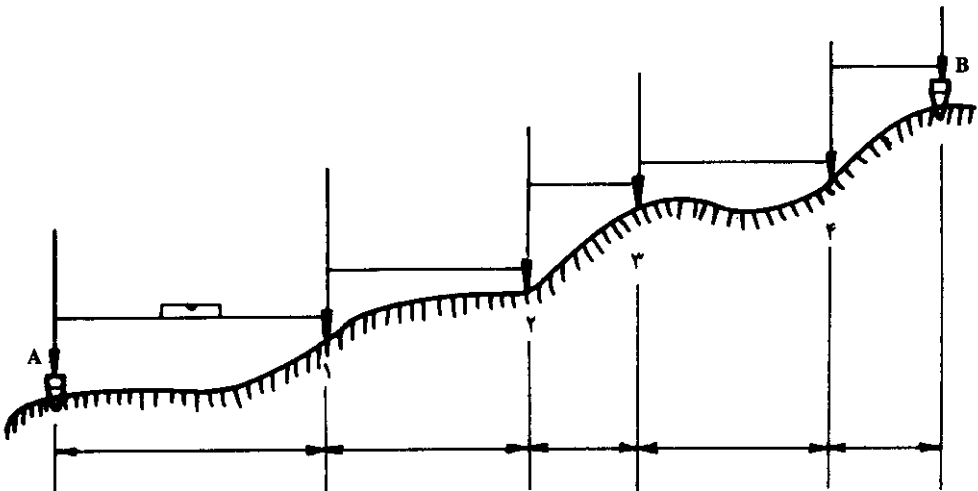
۱- امتداد موردنظر را در روی زمین با گرفتن ژالن و استفاده از شاقول به‌قطعانی که طول آن‌ها در حدود دهانه متر باشد، تقسیم می‌کنیم.

۲- طول هر قطعه را با کشیدن متر بین دو نشانه‌ی طرفین آن به‌طور افقی اندازه می‌گیریم.

۳- طول قطعات را به ترتیب در دفترچه نوشته و در آخر با هم جمع می‌کنیم، وقتی فاصله بین دو نقطه خیلی زیاد باشد، برای آن‌که در تعداد دهانه‌ها اشتباه نشود، از یازده عدد میخ فلزی که در شکل دیده می‌شود استفاده می‌کنند. در ابتدا همه میخ‌ها با مترکش جلویی است و یکی از آن‌ها را در نقطه شروع در زمین فرو می‌برند که درجه صفر توسط مترکش عقبی در مقابل آن گرفته می‌شود. مترکش جلویی متر را در امتداد مورد نظر کشیده، میخ دیگری در برابر انتهای آن کاشته و با متر جلو می‌روند و مترکش عقبی میخ قبلی را با خود برداشته و صفر متر را در برابر میخ بعدی قرار می‌دهند. اندازه‌گیری به همین ترتیب برای تمام قطعات ادامه می‌یابد و در آخر کار تعداد میخ‌هایی که مترکش عقبی همراه دارد باید برابر تعداد دهانه‌هایی که مترکشی شده و یا با تعدادی که مترکش جلویی از دست داده، برابر باشد، در صورتی که یک میخ در نقطه صفر کوبیده شود تعداد دهانه‌ها برابر تعداد میخ‌ها منهای یک می‌باشد.

### ب - اندازه‌گیری فاصله در زمین‌های شیب‌دار

— مترکشی/افقی: در این طریقه فاصله بین دو نقطه امتدادگذاری را متناسب با شیب زمین انتخاب کرده و سپس به کمک ژالن یا شاقول به‌صورت افقی اندازه‌گیری می‌شود (با بالا و پایین بردن متر حالتی پیدا می‌شود که کوتاه‌ترین فاصله است در این حالت متر افقی است) و یا با استفاده از تراز متر را در حالت افقی قرار دهیم.



شکل ۱۳-۲



شکل ۱۴-۲

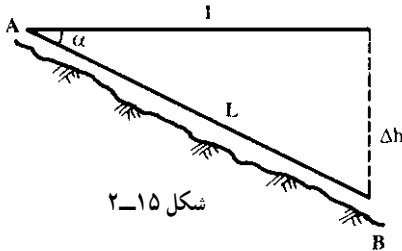
**— مترکشی در امتداد شیب :** در این حالت

در صورتی که شیب زمین نسبتاً یکنواخت باشد، متر به موازات شیب کشیده شده و زاویه شیب با شیب سنج و یا زاویه یاب اندازه گیری می شود و از رابطه  $I = L \cos \alpha$  می توان طول افقی را به دست آورد.

مثال : در صورتی که فاصله ی بین دو نقطه B

و A، ۱۸۰ متر و زاویه شیب  $6^\circ 4'$  باشد، فاصله افقی

بین دو نقطه مذکور چقدر است؟



شکل ۱۵-۲

$$I = L \cos \alpha \Rightarrow I = 180 \times 0.99440 \Rightarrow I \approx 179$$

ممکن است به جای زاویه ی شیب  $\alpha$  اختلاف ارتفاع بین دو نقطه طرفین فاصله معلوم باشد

که آن را به  $\Delta h$  نشان می دهیم. در این صورت فاصله ی افقی از رابطه ی زیر به دست می آید :

$$L^2 = I^2 + \Delta h^2 \Rightarrow I^2 = L^2 - \Delta h^2 \Rightarrow I = \sqrt{L^2 - \Delta h^2}$$

مثال : اختلاف ارتفاع بین دو نقطه A و B برابر ۶/۰ متر و فاصله ی بین آن ها در امتداد

شیب زمین  $16^\circ$  متر است. فاصله افقی A بین A و B چه مقدار است؟

$$I = \sqrt{L^2 - \Delta h^2} \Rightarrow I = \sqrt{(160)^2 - (0/6)^2} \Rightarrow I = \sqrt{25600 - 0/36}$$

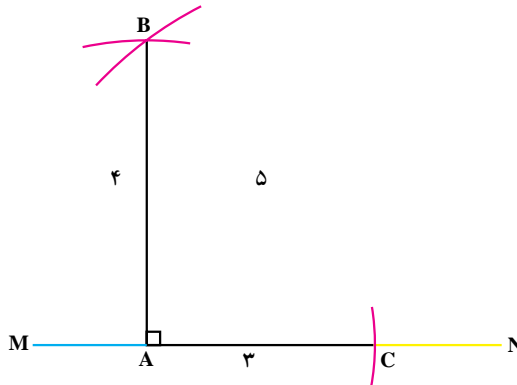
$$\Rightarrow I = \sqrt{25599/64}$$

$$I = 99/159 \text{ متر به افقی}$$

— اخراج عمود بر یک امتداد به کمک متر: برای اخراج عمود به کمک متر، راه‌های مختلفی وجود دارد که ساده‌تر از همه استفاده از قضیه فیثاغورث است. بنابراین قضیه در مثلث قائم‌الزاویه‌ای که پهلوهایی قائم آن ۳ متر و ۴ متر باشد، طول وتر برابر ۵ متر خواهد بود. برای بالابردن دقت ممکن است همه‌ی اضلاع را به یک نسبت بزرگ کرد.

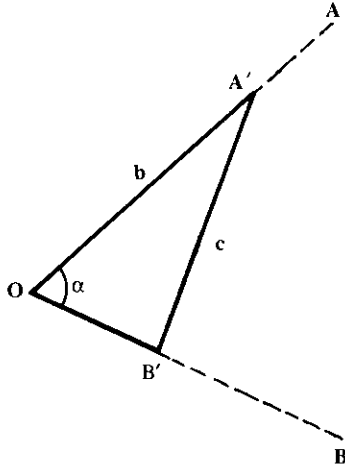
— روش کار:

نقطه‌ی A را بر روی امتداد MN انتخاب می‌کنیم. به کمک متر کمانی به شعاع ۳ متر در جهت N رسم می‌کنیم (نخ ۳ متری انتخاب و به انتهای آن گچ می‌بندیم تا کمان مورد نظر را بر روی زمین رسم کنیم). این کمان امتداد MN را در نقطه‌ای مانند C قطع می‌کند. حال از نقطه A کمانی به شعاع ۴ متر بر روی زمین رسم کرده و از نقطه‌ی C نیز کمانی به شعاع ۵ متر رسم می‌کنیم. این دو کمان در یک نقطه (B) همدیگر را قطع می‌کنند. نقطه A را به B متصل می‌کنیم. و در نتیجه خط AB عمود بر MN خواهد بود.



شکل ۱۶-۲

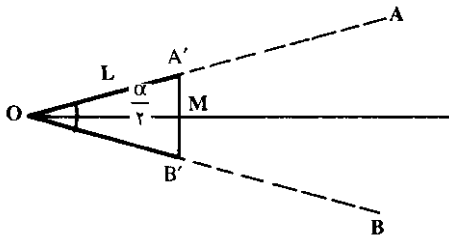
— اندازه‌گیری زاویه توسط متر: می‌خواهیم مقدار زاویه AOB را به وسیله‌ی متر محاسبه کنیم. برای به‌دست‌آوردن زاویه مذکور روش و راه‌حل‌های مختلفی وجود دارد که ما در این جا به‌ذکر دو نمونه از آن اکتفا می‌کنیم:



شکل ۱۷-۲

روش الف - روی امتداد OA (بازالن گذاری) نقطه‌ای مانند A' و روی امتداد OB نقطه‌ای مانند B' را انتخاب می‌کنیم. با اندازه‌گیری طول‌های OA' = b و OB' = a و A'B' = c می‌توانیم از رابطه مثلثاتی زیر مقدار زاویه را محاسبه کنیم.

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha$$



شکل ۱۸-۲

روش ب - در این روش روی امتداد OA طول OA' = L و روی امتداد OB نیز به مقدار L جدا می‌کنیم. در نتیجه مثلث OA'B' یک مثلث متساوی‌الساقین خواهد بود.

در هر مثلث متساوی‌الساقین نیمساز، عمودمنصف، ارتفاع و میانه مربوط به قاعده برهم منطبق هستند. در نتیجه زاویه A'OB' = alpha در

مثلث قائم‌الزاویه OA'M برابر alpha/2 بوده و مقدار آن برابر است با:  $\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{A'M}{OA'} = \frac{y}{L}$  با اندازه‌گیری A'B' از این رابطه می‌توان مقدار را محاسبه کرد.

مثال: چنانچه متر 20 = OA' = OB' و طول متر 30 = A'B' باشد، مقدار زاویه را به دست

آورید؟

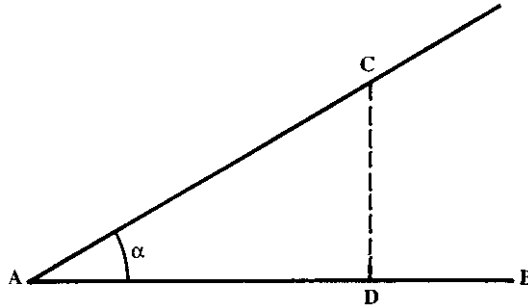
$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{A'B'}{2L} \Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{30}{2 \times 20} \Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{30}{40} = 0.75$$



با استفاده از جداول ضمیمه کتاب

$$\frac{\alpha}{2} = 48^{\circ}36' \times 2 \Rightarrow \alpha = 97^{\circ}12'$$

— پیاده کردن یک زاویه به کمک متر : برای پیاده کردن یک زاویه معین مانند  $\alpha$ ، به رأس A نسبت به امتداد AB ساده ترین راه استفاده از تاژانت این زاویه است. روی امتداد AB طولی مثلاً برابر AD را جدا کرده و از نقطه D عمودی به طول  $D_c = AD \tan \alpha$  بر آن اخراج می کنیم، زاویه ی BAC که بدین ترتیب به دست می آید همان زاویه ی مطلوب است.



شکل ۱۹-۲

مثال : از نقطه ی A یک زاویه ی  $45^{\circ}$  را نسبت به امتداد AB در روی زمین پیاده کنید :  
 از نقطه A فاصله ی متر  $AD = 10$  را روی امتداد AB جدا می کنیم و چون  $10 \tan \alpha = 10$  است، از نقطه D عمود بر AB اخراج کرده روی آن نقطه C را به فاصله 10 متر از D جدا می کنیم.  
 در این صورت  $\widehat{DAC} = 45$  خواهد بود.

قدم شماری : هرگاه در اندازه گیری فاصله ی بین دو نقطه نیاز به دقتی حدود  $\frac{1}{50}$  داشته باشیم می توانیم از این روش استفاده کنیم. در این رابطه رعایت بعضی از نکات ضروری است. در این روش ناهمواری زمین نباید زیاد باشد و در حین قدم زدن سرعت حرکت باید ثابت بماند. مهم ترین نکته ی مورد توجه در این روش، داشتن قدم با اندازه ی معین می باشد. یعنی فاصله ی تقریبی هر قدم با قدم بعدی یکسان باشد. برای این کار بهتر است به این صورت عمل شود. به دفعات، طولی را با تعداد قدم های یکسان طی و اندازه گیری نمود. مثلاً 10 قدم را طی نماییم و طول به دست آمده را متر کنیم. این کار را آن قدر ادامه دهیم که اولاً در دفعات مختلف به طول کلی یکسان برسیم. ثانیاً مقدار تقریبی طول هر قدم را به دست آوریم. در این صورت طول قدم ما مشخص و ثابت بوده و با شمارش تعداد قدم ها می توانیم با دقتی حدود یک متر خطا در  $50$  متر، طولی را اندازه گیری کنیم.

— اندازه گیری طول قدم ها : منظور از این عمل آن است که تعیین کنیم هر قدمان چه طولی دارد. برای این کار یک طول صدمتری را در روی زمین نسبتاً افقی در نظر می گیریم و سپس

این طول را با قدم‌های عادی می‌پیمایم و ضمناً تعداد آن‌ها را می‌شماریم به این ترتیب با مقایسه‌ی طول صدمتر و تعداد قدم‌ها طول هر قدم ما مشخص می‌شود.  
 مثال: اگر تعداد قدم‌هایمان در صد متر ۱۲۵ قدم باشد طول هر قدم ما ۸۰ سانتیمتر خواهد شد.

$$\text{سانتیمتر } ۸۰ = \text{متر } ۸۰ / ۱۰۰ = ۰.۸$$

مسافت‌یابی با کیلومترشمار اتومبیل: این روش در کارهای نقشه‌برداری دقیق مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. در این طریقه با کمک اتومبیل می‌توان مسافت بین دو نقطه در روی جاده را تعیین کرد. البته مسافت به‌دست آمده در روی شیب بوده و باید به‌فاصله افقی بین دو نقطه موردنظر تبدیل شود. مسافت موردنظر در روی شیب در روی صفحه‌ی کیلومتر شمار ماشین مشخص بوده و با دانستن زاویه‌ی شیب، مسافت افقی مطابق رابطه‌ای که در قسمت مترکشی در امتداد شیب توضیح داده‌شد، به‌دست خواهد آمد.

چرخ متر اژا<sup>۱</sup>: برای سهولت کار و صرفه‌جویی در وقت در کارهایی که دقت زیادی موردنظر نیست از چرخ متر اژا شکل (۲۰-۲) استفاده می‌کنند. همانطوری که در شکل دیده می‌شود، تعداد دورهای این چرخ به‌وسیله کنتوری که در بالای آن قرار گرفته‌است، شمرده می‌شود. طول محیط چرخ دقیقاً برابر یک متر است. بنابراین تعداد دوران برابر طول مسافت طی شده برحسب متر خواهد بود.



شکل ۲-۲۰

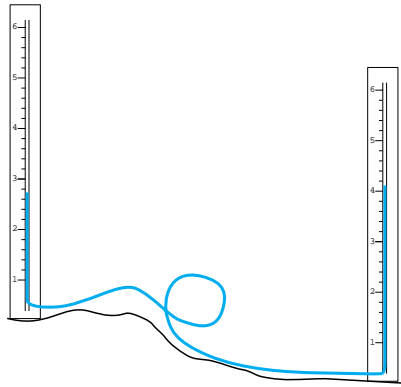
## – روش کار :

چرخ را به ابتدای خط مورد اندازه گیری برده و با دسته کوچکی که در کنار کنتور قرار دارد و در شکل ملاحظه می شود، ارقام کنتور را به صفر می رسانیم. حال دستگاه آماده برای اندازه گیری است. دسته چرخ را گرفته به آرامی آن را در روی خط حرکت می دهیم به طوری که چرخ در تمام طول خط با سطح زمین در تماس باشد. در پایان خط رقم کنتور را یادداشت و در طول محیط چرخ ضرب کرده و بدین ترتیب طول خط به دست می آید.

## – اندازه گیری اختلاف ارتفاع به وسیله شیپنگ تراز

از این روش بیشتر در کارهای ساختمانی استفاده می شود و با وجود دستگاه های تراز یاب مکانیکی و اتوماتیک و حتی لیزری و دیجیتال هنوز در کارهای ساده ی ساختمانی و کارگاه های کوچک از این روش استفاده می شود؛ بنابراین، تمرین و کسب مهارت در این کار، علاوه بر کاربردهای موردی، اساس کار تراز یابی را با استفاده از خاصیت یدرواستاتیکی به طور واضح و ساده نشان می دهد.

در شکل ۲۱-۲ یک شیپنگ تراز را مشاهده می کنید که در دو طرف به لوله ی مدرج مجهز شده است.



شکل ۲۱-۲- شیپنگ تراز

برای اندازه گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه ی A و B یکی از لوله های مدرج را در نقطه ی A و دیگری را در نقطه ی B قرار داده سطح آب را در هر یک از لوله ها با استفاده از درجات روی لوله قرائت کرده در دفتر ثبت می کنیم (از تفاضل آن ها اختلاف ارتفاع دو نقطه به طور مستقیم حاصل می شود).

## کار عملی

**عنوان:** شیلنگ تراز بسازید (هر گروه می‌تواند یک نمونه را به‌طور مشترک بسازد).  
وسایل موردنیاز: یک قطعه شیلنگ شفاف، دو عدد تخته یا لوله‌ی پروفیل.  
دانش و مهارت موردنیاز: دانستن اساس علمی کار شیلنگ تراز و نحوه‌ی کار آن، هم‌چنین دانستن اجزا و بخش‌های مختلف آن.

### روش کار

- ۱- یک شیلنگ شفاف حداقل به‌طول ۴ متر تهیه کنید.
- ۲- دو عدد تخته یا لوله یا پروفیل به طول ۱ متر تهیه کنید.
- ۳- تخته‌ها یا لوله‌ها یا پروفیل‌ها را با ماژیک یا رنگ در اندازه‌های سانتی‌متری یا نیم‌سانت نیم‌سانت، مدرج کنید و شماره‌های لازم را در فواصل مناسب در کنار آن بنویسید. البته به جای این کار می‌توانید خود شیلنگ تراز را از دو سر آن مدرج کنید.
- ۴- تخته، لوله، یا پروفیل‌هایی را که آماده کرده‌اید به دو سر شیلنگ محکم ببندید.
- ۵- در درون شیلنگ یک مایع رنگی، برای مثال مقداری کات کبود، بریزید تا رنگ آن آبی شود.
- ۶- شیلنگ را کاملاً پر از آب نکنید، بلکه تا آن حد آب بریزید که در هر دو نوار مدرج سطح آب در وسط نوار درجه‌بندی قرار بگیرد.
- ۷- سعی کنید با کم‌ترین هزینه و به روشی که گفته شد یا ترجیحاً به یک روش ابتکاری، شیلنگ تراز خود را تهیه نمایید.

## کار عملی

**عنوان:** اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه با استفاده از شیلنگ تراز  
وسایل موردنیاز: چند متر شیلنگ شفاف (نیمه‌شفاف)، دو عدد ژالن و تراز ژالن و مترکمری.

دانش و مهارت موردنیاز: توانایی استقرار ژالن با استفاده از تراز ژالن و مهارت در به کارگیری شیلنگ تراز و قرائت و ثبت اندازه‌ها در جدول ترازبایی.

### روش کار

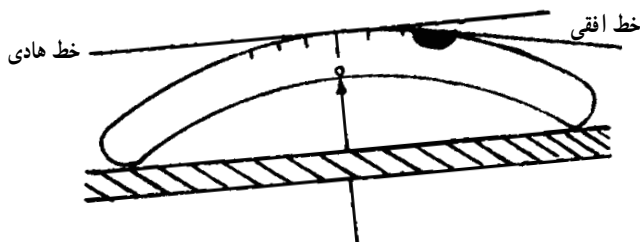
- ۱- شیلنگ تراز را که خودتان ساخته‌اید آماده نمایید.
- ۲- با توجه به طول شیلنگ دو نقطه به گونه‌ای انتخاب کنید که فاصله‌ی آن‌ها کم‌تر از طول شیلنگ تراز شما باشد.
- ۳- اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی انتخاب شده را با شیلنگ تراز که ساخته‌اید اندازه‌گیری کنید.

۴- نقاط A و B را در زمین میخ کوبی کرده بر روی کروکی آن‌ها را معین کنید. جدول مربوط به آن را نیز با توجه به تعداد نقاط کمکی آماده نمایید.

۵- با استقرار ژالن بر روی دو نقطه‌ای که می‌خواهید بین آن‌ها ترازبایی نمایید، هم‌چنین با نگه‌داشتن شیلنگ آب در بین آن‌ها اندازه‌ی ارتفاع آب را در ژالن‌ها اندازه‌گیری و در جدول ثبت کنید.

## تراز دستی

تراز وسیله‌ای برای افقی کردن یک صفحه یا یک امتداد است. بنابراین به کمک تراز می‌توان مترکشی را افقی انجام داد. تراز معمولاً یک محفظه شیشه‌ای است که از مایع حساسی مثل الکل، اترو یا سولفور دوکربن پر شده و تنها یک حباب خالی در آن باقی مانده که توسط گاز همان مایع پر می‌شود. قسمت حاوی گاز را حباب تراز می‌نامیم که مجموعاً در داخل یک بدنه فلزی که به شکل مکعب مستطیل یا استوانه است قرار می‌گیرد.



شکل ۲-۲۲

هنگام استفاده از تراز باید پس از گذاشتن ژالن بر روی دو نقطه‌ای که می‌خواهیم فاصله‌ی افقی بین آن‌ها را به دست آوریم، وسط تراز را به ارتفاع مشخصی در کنار یک ژالن گرفته و در حالی که به ژالن دیگر نگاه می‌کنیم، نوک تراز را پایین و بالا می‌بریم تا حباب در وسط دیده شود. در این حال خط‌نشان روی جایی را که باید انتهای متر در آنجا گرفته شود را مشخص می‌کند.



شکل ۲-۲۳

شکل ۲-۲۴



شکل ۲-۲۵



شکل ۲-۲۶

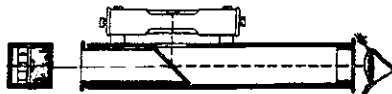


شکل ۲-۲۷



— تراز دستی لیزری : با پیشرفت فناوری لیزر، امروزه در وسایل ساده‌ای مانند تراز دستی نیز از نور لیزر استفاده می‌شود در این حالت، نور لیزر به جای خط دید شما به کار می‌رود. در شکل یک نوع تراز دستی لیزری را که شکل ظاهری آن کاملاً مانند تراز دستی بنایی است مشاهده می‌کنید.

همان‌گونه که در شکل ۲-۲۹ ملاحظه می‌نمایید این تراز بر روی پایه‌ی مخصوص نصب شده که این پایه نیز می‌تواند بر روی یک ژالن مخصوص قرار گیرد و ژالن نیز به وسیله‌ی سه پایه‌ی ژالن نگه‌داشته می‌شود.



شکل ۲-۲۸



شکل ۲۹-۲- تراز دستی لیزری

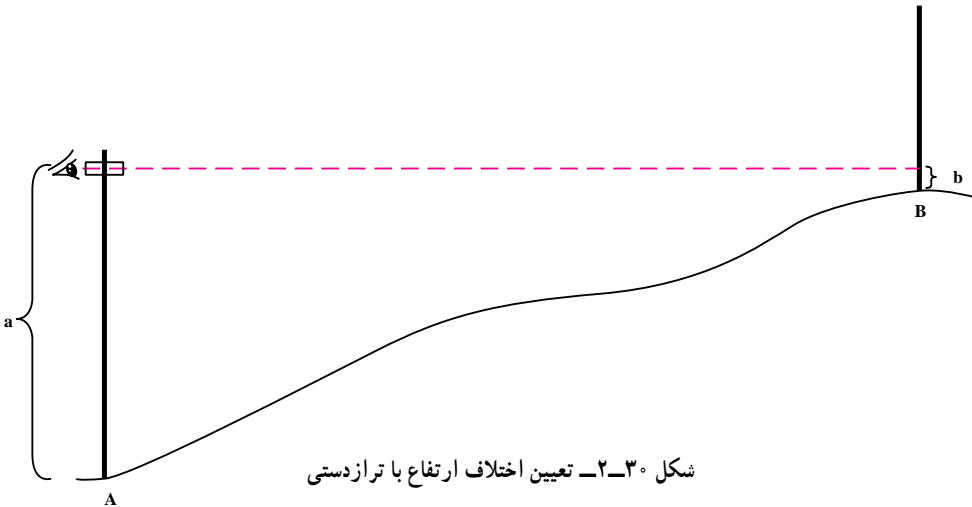
### اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع با استفاده از تراز دستی

برای اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه، ارتفاع آن‌ها را با یک سطح مبنا (خط مبنا) مقایسه می‌کنیم. این سطح مبنا (خط مبنا) را به روش‌های مختلفی می‌توان ایجاد کرد. روش شیلنگ تراز – همان‌گونه که ذکر شد – محدودیت زیادی دارد. در نقشه‌برداری معمولاً از روش دیگری استفاده می‌شود که آزادی عمل بیشتری دارد و فواصل دورتری را می‌توان با آن ترازبایی کرد. در این روش از یک تراز دستی استفاده می‌شود. (از ترازبایی پیش از این برای مترکشی استفاده نموده‌اید) در این جا می‌خواهیم اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B را با استفاده از تراز دستی، اندازه‌گیری نماییم.

روش کار به این صورت است که بر روی نقاط A و B یک ژالن مستقر می‌کنیم؛ سپس در پشت یکی از نقاط، مانند A، مستقر شده تراز دستی را در کنار ژالن قرار می‌دهیم. در حالی که به ژالن B قراول رفته‌ایم سعی می‌کنیم به وسیله‌ی حباب تراز دستی آن‌را به صورت افقی نگاه داریم. در این حالت، بر روی ژالن A محل استقرار تراز دستی و بر روی ژالن B امتداد خط دید را به کمک فرد مستقر در نقطه‌ی B، علامت‌گذاری می‌کنیم؛ سپس با متر کمری اندازه‌های a و b را

قرائت و ثبت می‌کنیم تا براساس فرمول:  $\Delta H_{AB} = a - b$  اختلاف ارتفاع دو نقطه‌ی A و B را محاسبه نماییم.

نکته: در صورتی که ترازدستی نداشته باشیم و فاصله‌ی دو نقطه زیاد نباشد می‌توانیم از تراز بنایی به جای ترازدستی استفاده کنیم. روش کار کاملاً مشابه روش ترازدستی است.



## کار عملی

عنوان: اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه با استفاده از ترازدستی

هدف: ایجاد مهارت و توانایی اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع دو نقطه به‌طور مستقیم با استفاده

از ترازدستی و ژالن.

وسایل موردنیاز: ژالن، تراز ژالن، ترازدستی و متر کمری.

دانش و مهارت موردنیاز: توانایی به‌کارگیری ژالن و ترازدستی، هم‌چنین اندازه‌گیری

اختلاف ارتفاع به‌وسیله‌ی ترازدستی و ژالن.

### روش کار

۱- در محوطه‌ی هنرستان، بر روی نقاط معینی عمل ترازبایی را با استفاده از ترازدستی

انجام دهید.

۲- بین هر دو نقطه از نقاط مشخص شده عمل ترازبایی را انجام دهید و اندازه‌ها را در

کروکی ترسیم کنید.

۳- هر گاه به انتهای کار (نقطه‌ی شروع) رسیدید یک بار دیگر اندازه‌گیری اختلاف ارتفاع را

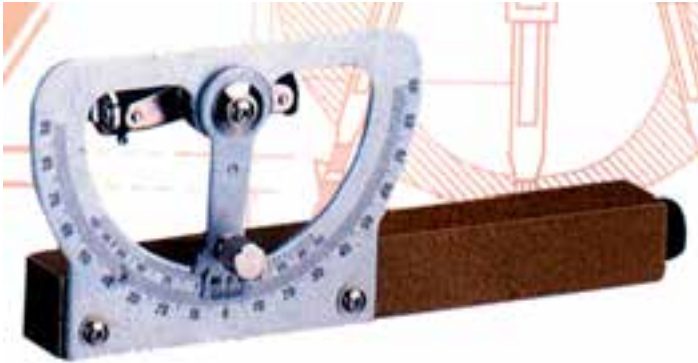
در مسیر برگشت بین نقاط انجام دهید تا در کارگاه محاسبه و ترسیم ارتفاع نقاط به‌صورت رفت و

برگشت محاسبه شده اشتباهات احتمالی مشخص شود و میزان خطاها با میانگین‌گیری کاهش یابد.



### شیب‌سنج دستی

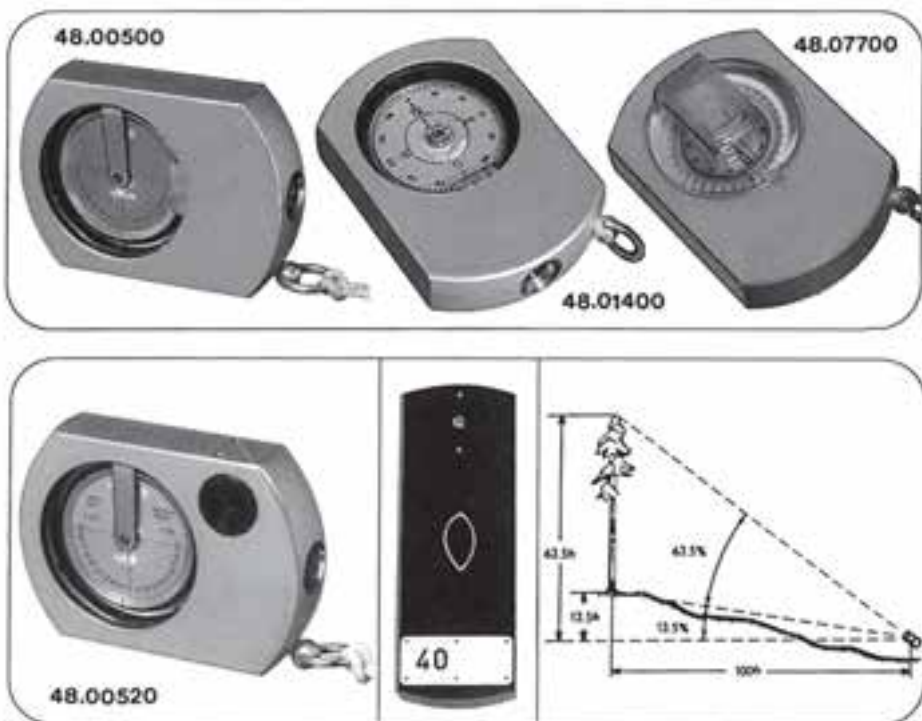
وسیله‌ای است که با آن می‌توان زاویه‌ی شیب را به‌دست آورد. این وسیله از سه قسمت لوله، قوس مدرج و تراز لوله‌ای تشکیل شده که تصویر حباب تراز لوله‌ای در آئینه داخل لوله نیز دیده می‌شود. در هنگام استفاده چنانچه صفر ورنیه‌ای که به تراز لوله متصل است در مقابل صفر درجات قرار گیرد، شیب‌سنج در حالت افقی و تراز است. در غیر این‌صورت صفر ورنیه مقدار زاویه یک امتداد را نسبت به افق نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳۱

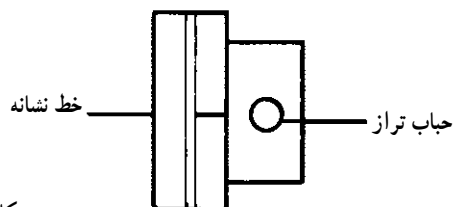


شکل ۲-۳۲ - چند نوع شیب‌سنج دستی

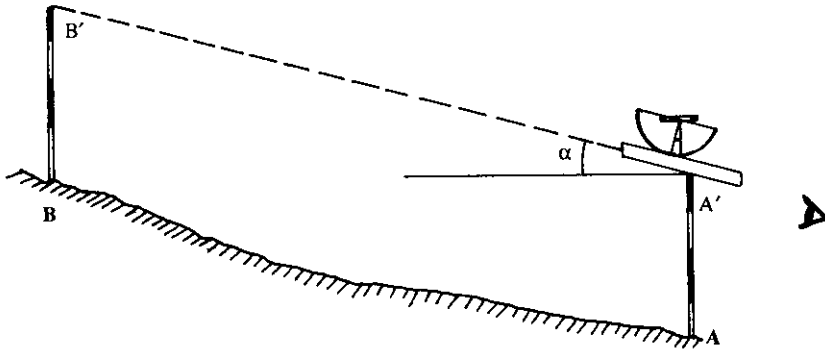


شکل ۲۳-۲- شیب‌سنج و کاربرد آن

اندازه‌گیری زاویه شیب با شیب‌سنج : برای تعیین زاویه شیب امتداد AB، طرزکار بدین ترتیب است که ناظر خود در یکی از نقاط A یا B قرار گرفته و شیب‌سنج را کنار ژالن در یکی از نقاط A' یا B' قرار می‌دهد و به نقطه‌ای که روی ژالن دیگر است، قراول می‌رود، به طوری که اگر طول ژالن AA' مساوی طول ژالن BB' باشد در این حالت حباب تراز را در وسط خط نشانه که داخل لوله‌ی شیب‌سنج دیده می‌شود، قرار می‌دهد، و زاویه‌ی شیب امتداد AB را بر روی قوس مدرج قرائت می‌کند.



شکل ۲۴-۲- منظره از داخل لوله شیب‌سنج



شکل ۲-۳۵

## کار عملی

عنوان : کار با شیب‌سنج دستی

وسایل موردنیاز : دو عدد ژالن، سه پایه‌ی ژالن و تراز ژالن و شیب‌سنج دستی.

روش کار

۱- در محوطه‌ی هنرستان برای هر گروه از هنرجویان تعدادی نقطه مشخص نموده از آنان بخواهید که زاویه‌ی شیب بین آن‌ها را به وسیله‌ی شیب‌سنج دستی اندازه‌گیری نمایند.

۲- زوایای شیب امتدادها را به صورت دو طرفه قرائت و ثبت نمایند.

۳- در گزارش خود نوع شیب‌سنج و مشخصات فنی آن‌را، همانند جدول مربوط به شکل

۲۱-۱ ب ثبت نمایند.

۴- شکل شیب‌سنج دستی خود را در دفتر گزارش ترسیم نموده نام اجزای آن را بر روی

شکل بنویسند.

۵- برای تکمیل اطلاعات و معلومات خود از آنان بخواهید به فروشگاه‌های شهر خود

مراجعه نموده از شیب‌سنج دستی‌های موجود در بازار گزارشی تهیه کنند و در گزارش خود نوع و مشخصات و قیمت آن‌ها را ثبت نمایند.

۶- تصاویر موجود در کاتالوگ‌ها یا مجلات را که مربوط به انواع شیب‌سنج است در گزارش

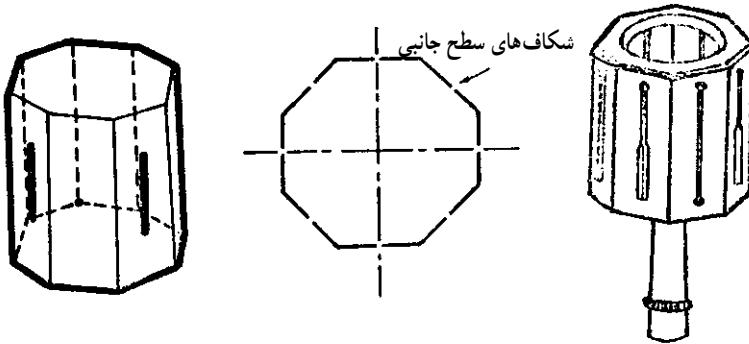
خود چسبانده توضیحات لازم را بنویسند.

## گونمای مساحی

گونمای مساحی وسیله ساده‌ای است که برای جدا (پیاده) کردن زاویه  $90^\circ$  و در برخی انواع

نیز برای پیاده کردن زاویه‌هایی مانند  $30^\circ$  و  $45^\circ$  و  $60^\circ$  استفاده می‌شود.

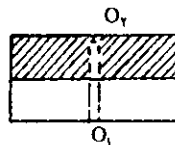
**گونبای مساحی شکافدار :** این وسیله شکل استوانه یا منشور است که در سطوح جانبی آن شکاف‌های باریکی چنان قرار گرفته است که ادامه دو شکاف متناظر زوایای  $45^\circ$  یا  $90^\circ$  ایجاد می‌کند. دو نوع شکاف در این گونیا وجود دارد شکاف باریک - شکاف عریض که در داخل آن یک تار مو قرار دارد. برای دیدن ژالن پشت دستگاه ایستاده آنقدر آن را می‌چرخانند تا شکاف نازک جلو چشم قرار گیرد و ژالن از داخل شکاف عریض دیده شود و در مقابل تار مو قرار گیرد. غالباً ۴ جفت شکاف روبروی هم در هر گونبای مساحی وجود دارد.



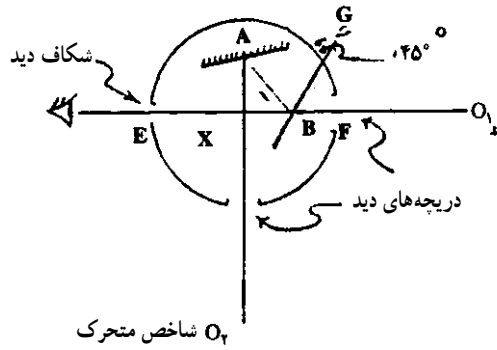
شکل ۲-۳۶

شکل ۲-۳۷

**گونبای مساحی منشوری :** در این نوع از گونیاها از سیستم نوری استفاده می‌کنند که برای شکست نور به اندازه  $90^\circ$  (زاویه ورودی و خروجی نور) از منشور یا آینه استفاده می‌شود. **گونبای منشوری با دو آینه (گونبای آینه‌ای) :** در این نوع گونیا دو آینه قرار دارد که باهم زاویه  $45^\circ$  می‌سازند. طرز عمل این گونیا مطابق شکل (۲-۳۹) بدین گونه است که تصویر ژالن را که در نقطه  $O_1$  قرار دارد روی آینه A افتاده و ناظر تصویر می‌تواند آن را در روی آینه‌ای که در نقطه B گونیا نصب شده، مشاهده کند که ژالن روبروی نیز باید در راستای این تصویر قرار گیرد. با تکرار این عمل از جهت مخالف در صورتی که گونیا کاملاً تنظیم باشد، یک نقطه برای ژالن روبروی پیدا می‌شود.

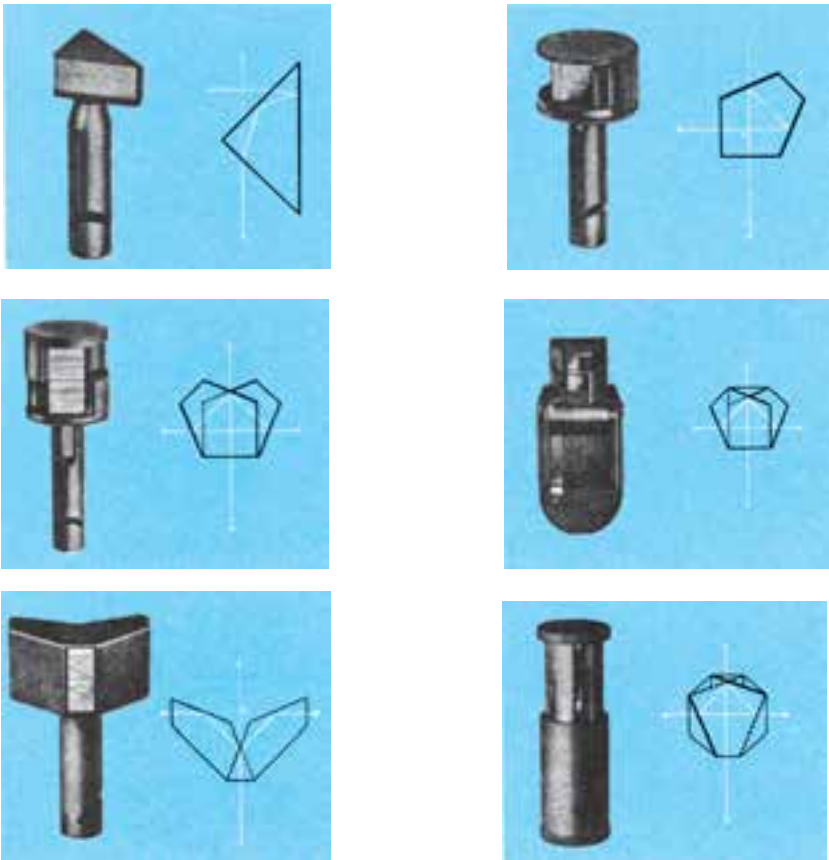


شکل ۲-۳۸



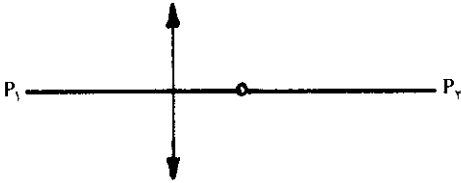
شکل ۲-۳۹

— گونیای منشوری یا منشور: تفاوت این گونیا با گونیای آینه‌ای در این است که در اینجا به جای دو آینه، یک منشور  $45^\circ$  به کار رفته است. در عمل معمولاً گونیای منشوری دابل به کار می‌رود و آن عبارت از دو عدد گونیای منشوری است که در داخل یک محفظه فلزی طوری روی یکدیگر قرار گرفته‌اند که یک شکاف باریک بین آنها وجود دارد.

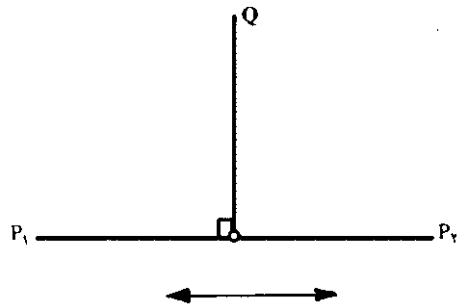


شکل ۲-۴۰

اخراج و فرود عمود با گونیای منشوری دوپل : ابتدا نقاط  $P_1$ ،  $P_2$  و  $Q$  را به وسیله‌ی ژالن‌هایی مشخص می‌کنیم. برای فرود عمود با در دست داشتن گونیای منشوری که بر روی میله‌ای نصب یا شاقولی به آن آویزان است، در محل تقریبی پایه‌ی عمود طوری می‌ایستیم که قسمت مشترک دو منشور موازی  $P_1P_2$  قرار گیرد. منشور را طبق شکل (۲-۴۱) آن قدر جلو و عقب می‌بریم تا تصاویر  $P_1$  و  $P_2$  در مقابل یکدیگر قرار گیرند. در این حالت است که گونیای منشوری در امتداد  $P_1P_2$  قرار دارد. سپس گونیا را طبق شکل (۲-۴۲) به راست و چپ حرکت می‌دهیم تا ژالن نقطه‌ی  $Q$  که از شکاف دیده می‌شود نیز در امتداد تصاویر  $P_1$  و  $P_2$  قرار گیرد. اکنون انتهای شاقول، پایه‌ی عمود از نقطه‌ی  $Q$  را بر امتداد  $P_1P_2$  مشخص می‌کنند.



شکل ۲-۴۱



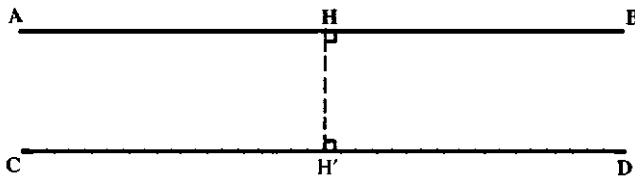
شکل ۲-۴۲



شکل ۲-۴۳

برای اخراج عمود از یک امتداد مشخص، فردی که گونیا را در دست دارد در روی امتداد در نقطه موردنظر ایستاده و فرد دیگری که ژالن سوم را در دست دارد به چپ و راست حرکت می‌کند تا تصاویر هر سه ژالن در یک امتداد در گونیا دیده شود، نقطه‌ای که ژالن سوم در آن قرار دارد، محل امتداد عمود را نشان می‌دهد.

ایجاد خطوط موازی: با استفاده از گونیا می‌توان خطوط موازی به فاصله‌ی معینی را نیز ایجاد کرد. برای این کار یکبار از نقطه‌ای بر روی امتداد AB عمودی را به طول معین HH' اخراج نموده و سپس بر امتداد HH' نیز از نقطه‌ی H' عمود CD را اخراج می‌کنیم دو خط AB و CD که هر دو عمود بر HH' هستند، موازی یکدیگر خواهند بود.

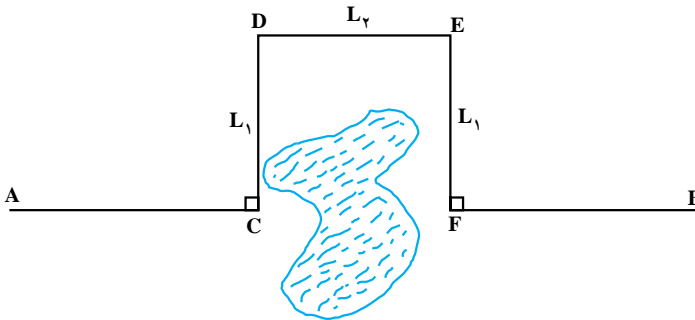


شکل ۲-۴۴

### اندازه‌گیری فاصله، وقتی بین دو نقطه مانع عبور وجود دارد

حالت اول - بین دو نقطه مانع عبور وجود دارد ولی در فاصله‌ی نزدیک می‌توان مانع را دور زد (حوض، استخر، نهالستان و...) که می‌توانیم یکی از روش‌های زیر را مورد استفاده قرار دهیم:

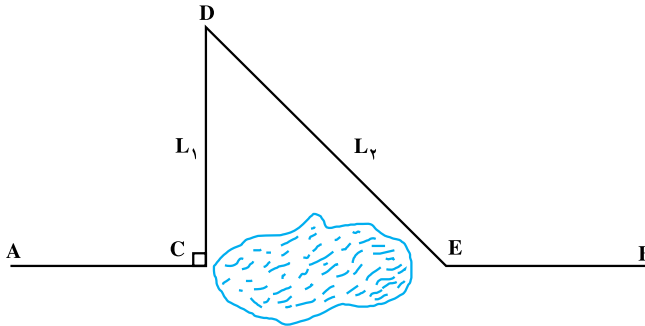
الف - خط AB را تا نقطه C (نزدیک مانع امتدادگذاری کرده، کارهای مربوطه را انجام می‌دهیم. حال از نقطه C توسط گونیای مساحی یا متر عمودی بر امتداد AB اخراج کرده، روی آن طول  $L_1 = CD$  را جدا می‌کنیم.) (شکل ۲-۴۵)



شکل ۲-۴۵

بایستی توجه داشت که نقطه D خارج از مانع باشد. مجدداً از نقطه D عمود دیگری بر امتداد CD اخراج کرده و در روی آن نقطه E را چنان انتخاب می‌کنیم که اگر از E عمودی بر D خارج کنیم به مانع برخورد نکند. طول ED را اندازه می‌گیریم ( $L_2$ ) از E نیز عمودی بر DE اخراج کرده، روی آن طول  $L_1$  را جدا می‌کنیم. تا به نقطه F برسیم نقطه‌ی F در روی امتداد AB است و می‌توانیم بقیه امتدادگذاری و اندازه‌گیری را طبق معمول انجام دهیم.

ب - دو نقطه C و E را در دو طرف مانع و نزدیک به مانع انتخاب می‌کنیم. (شکل ۲-۴۶)



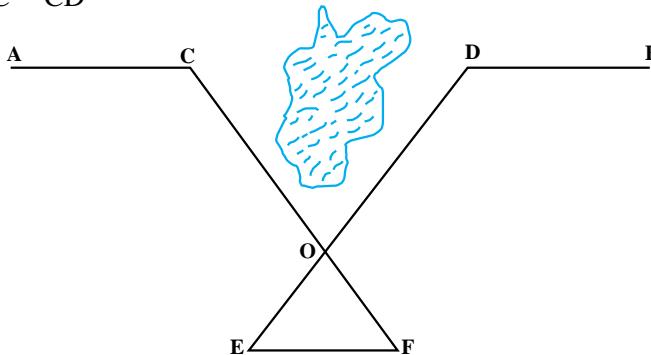
شکل ۲-۴۶

از نقطه C عمود CD را بر امتداد AB اخراج کرده و با اندازه‌گیری  $CD = L_1$  و  $DE = L_2$  می‌توان طول CE را از رابطه‌ی زیر به دست آورد.

$$CE = \sqrt{L_2^2 - L_1^2}$$

ج - در روی امتداد AB دو نقطه‌ی C و D را در دو طرف مانع اختیار کرده و بر روی زمین خارج از امتداد AB نقطه‌ای مانند O را مشخص می‌کنیم. سپس OE و OF را به ترتیب متناسب با طول‌های OC و OD جدا کرده، که با توجه به روابط زیر فاصله بین C و D به دست خواهد آمد.

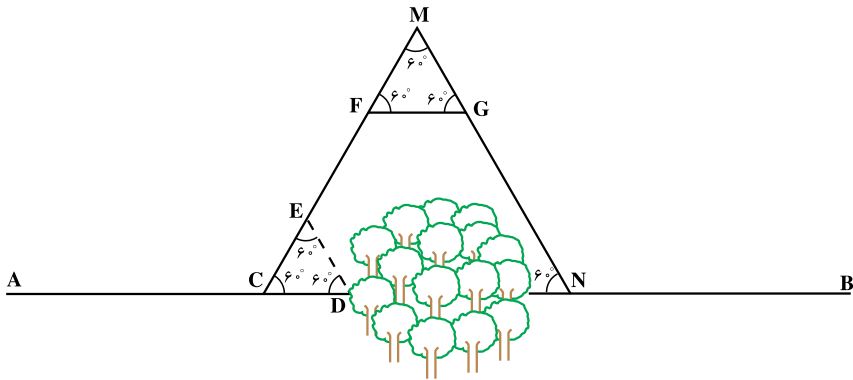
$$\frac{OE}{OD} = \frac{OF}{OC} = \frac{EF}{CD}$$



شکل ۲-۴۷



د - طبق شکل (۲-۴۸)، روی امتداد AB در یک طرف مانع دو نقطه C و D را انتخاب کرده و بر روی ضلع CD مثلث متساوی الاضلاع CDE را ایجاد می‌کنیم.

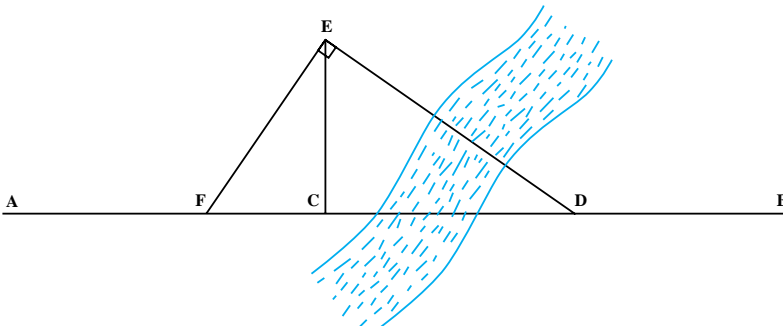


شکل ۲-۴۸

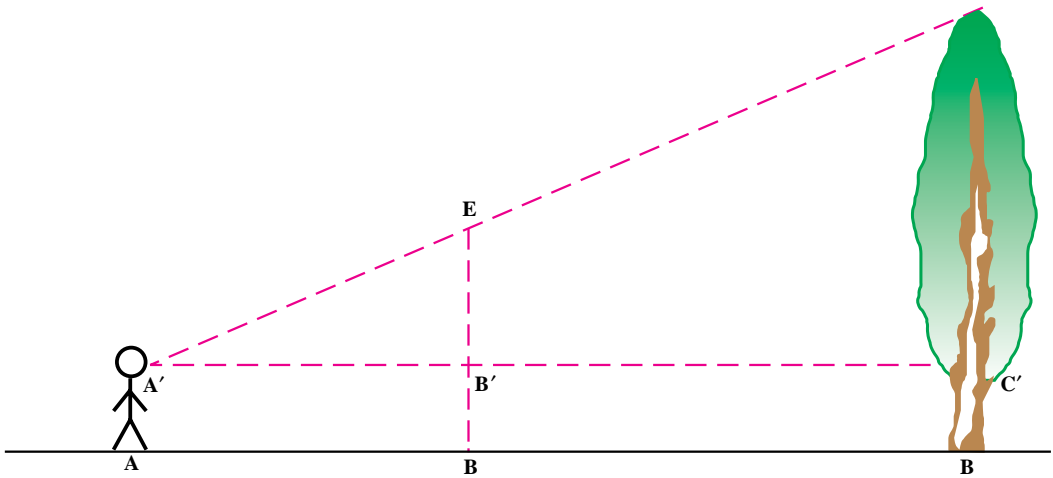
حال ضلع CE را تا نقطه M ادامه می‌دهیم. روی نقطه‌ای مانند F مانع را انتخاب کرده و بر روی ضلع FM یک مثلث متساوی الاضلاع دیگری مانند FMG ایجاد می‌کنیم حال اگر در امتداد MG به اندازه‌ی CM پیش برویم، به نقطه N می‌رسیم که روی امتداد AB است.

**حالت دوم** - بین دو نقطه، مانع عبور وجود دارد و نمی‌توان در فاصله‌ی نزدیک مانع را دور زد (رودخانه). در روی امتداد AB دو نقطه مانند C و D (یک عارضه ثابت طبیعی که در امتداد AB می‌باشد را به عنوان نقطه D در نظر می‌گیریم) در دو طرف مانع انتخاب می‌کنیم. از نقطه‌ی C عمودی مانند CE بر امتداد AB اخراج می‌کنیم (شکل ۲-۴۹) و هم‌چنین از نقطه‌ی E عمودی بر ED اخراج می‌کنیم تا امتداد AB را در نقطه‌ی F قطع کنند. با استفاده از تشابه دو مثلث قائم‌الزاویه CED و CEF با اندازه‌گیری طول‌های FC و EC می‌توان مقدار CD را از رابطه‌ی زیر به‌دست آورد.

$$\frac{FC}{CE} = \frac{CE}{CD} \quad \text{یا} \quad CD = \frac{CE^2}{CF}$$



شکل ۲-۴۹



شکل ۵۰-۲

## تعیین ارتفاع درخت

ژالن را به طور قائم در نقطه B بین درخت و ناظری که در نقطه‌ی A قرار دارد در زمین فرو می‌بریم و سپس در مکانی قرار می‌گیریم که نقطه‌ی E (انتهای ژالن) و F (انتهای درخت) را در یک امتداد ببینیم. حال با توجه به تشابه دو مثلث قائم‌الزاویه  $A'B'E$  و  $A'C'F$ ، می‌توانیم رابطه‌ی زیر را بنویسیم

$$\frac{A'B'}{A'C'} = \frac{B'E}{C'F}$$

در رابطه‌ی فوق BE طول ژالن مشخص است از طول ژالن ارتفاع ناظر (تا چشم) را کم می‌کنیم تا  $B'E$  به دست آید. در این حالت مقادیر  $A'C' = AC$  و  $A'B' = AB$  است که مستقیماً روی زمین قابل اندازه‌گیری هستند در نتیجه مقدار  $C'F$  به دست خواهد آمد که مجموع مقادیر  $C'F$  و  $CC'$  (ارتفاع ناظر تا چشم) ارتفاع درخت خواهد بود.

## خود آزمایی

- ۱- به چه دلیل متر انوار از مترهای دیگر بهتر است؟
- ۲- تفاوت بین روش مستقیم و غیرمستقیم در اندازه‌گیری طول را شرح دهید.
- ۳- چه نکاتی را باید هنگام کار با شاقول رعایت کرد؟
- ۴- چگونگی به‌دست آوردن طول قدم‌ها را با یک مثال توضیح دهید.
- ۵- ساختمان تراز را شرح دهید.
- ۶- طرز کار با شیب‌سنج را توضیح دهید.
- ۷- طرز عمل گونیای آینه‌ای را شرح دهید.
- ۸- ارتفاع یکی از درختان محوطه هنرستان خود را با روش ذکر شده در این فصل به‌دست آورید.
- ۹- با استفاده از گونیا دو خط موازی را در روی زمین ایجاد کنید.
- ۱۰- اندازه قدم‌های خود را بدست آورید.
- ۱۱- درصد شیب یکی از عوارض محوطه‌ی هنرستان خود را با استفاده از شیب‌سنج به‌دست آورید و سپس با استفاده از متر فاصله افقی بین دو نقطه معلوم آنرا محاسبه نمایید.

## مسائل

- ۱- فاصله‌ی بین دو نقطه  $25^\circ$  متر و زاویه‌ی شیب این دو نقطه  $\alpha = 7^\circ 5'$  می‌باشد فاصله‌ی افقی بین دو نقطه مذکور را به‌دست آورید.
- ۲- در یک مثلث متساوی‌الساقین طول قاعده ۲۵ سانتیمتر و طول یکی از اضلاع دیگر نیز برابر ۳۵ سانتی‌متر است. اندازه‌ی سه زاویه‌ی داخلی این مثلث را محاسبه کنید.